



19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

12 Patentschrift
10 DE 43 22 319 C 2

21 Aktenzeichen: P 43 22 319.2-26
22 Anmeldetag: 5. 7. 1993
43 Offenlegungstag: 12. 1. 1995
45 Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 24. 12. 2003

51 Int. Cl. 7:
F 02 D 45/00
F 02 D 43/00
F 02 D 41/40
F 02 D 41/04
F 02 D 41/10
// F 02 D 41/10

DE 43 22 319 C 2

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

73 Patentinhaber:
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

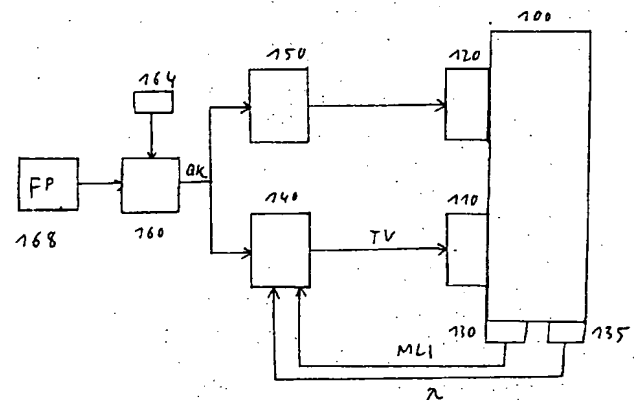
72 Erfinder:
Stumpp, Gerhard, Dipl.-Ing., 70569 Stuttgart, DE;
Engel, Gerhard, Dipl.-Ing., 70469 Stuttgart, DE; Birk,
Manfred, Dipl.-Ing., 71739 Oberriexingen, DE;
Rupp, Peter, Dipl.-Ing., 71686 Remseck, DE

56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

DE 42 07 541 A1
DE 41 28 718 A1

54 Verfahren und Vorrichtung zur Steuerung einer Brennkraftmaschine

57 Verfahren zur Steuerung einer Brennkraftmaschine, insbesondere einer selbstzündenden Brennkraftmaschine, bei dem, ausgehend von einem Lambda-Wert ein erster Istwert (MLB) vorgebbbar ist, und ein erstes Regelmittel (240) ausgehend von wenigstens dem ersten Istwert und einem ersten Sollwert eine erste Steuergröße vorgibt, bei dem ferner ausgehend von einer Luftmenge ein zweiter Istwert (MLI) vorgebbbar ist, und ein zweites Regelmittel (200), ausgehend von dem zweiten Istwert und einem zweiten Sollwert eine zweite Steuergröße (TV) vorgibt, dadurch gekennzeichnet, dass die Sollwerte derart vorgegeben werden, dass beim Vorliegen bestimmter Betriebsbedingungen Sollwerte für die Luftmenge und bei Nichtvorliegen der bestimmten Betriebsbedingungen Sollwerte für den Lambda-Wert vorgegeben werden.



ST AVAILABLE CO.

DE 43 22 319 C 2

Beschreibung

Stand der Technik

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Steuerung einer Brennkraftmaschine, insbesondere einer selbstzündenden Brennkraftmaschine gemäß den Oberbegriffen der unabhängigen Ansprüche.

[0002] Ein solches Verfahren und eine solche Vorrichtung zur Steuerung einer Brennkraftmaschine ist aus der DE 42 07 541 A1 bekannt. Dort wird ein Verfahren und eine Vorrichtung beschrieben, bei der ein erster Regler vorgesehen ist, der einen Sollwert mit einem Istwert vergleicht und ausgehend davon eine Steuergröße vorgibt. Ein zweiter Regler vergleicht ebenfalls einen Ist- und einen Sollwert und erzeugt abhängig von dem Vergleich dieser beiden Werte ein zweites Steuersignal zur Ansteuerung eines Stellgliedes. Diese beiden Regler sind als Kaskadenregler derart hintereinander geschaltet, daß das Steuersignal des ersten Reglers als Sollwert für den zweiten Regler dient. Bei diesem Verfahren und dieser Vorrichtung ist insbesondere das dynamische Verhalten der Brennkraftmaschine nicht befriedigend. So ist insbesondere beim Beschleunigen das Abgasverhalten oder die Beschleunigung des von der Brennkraftmaschine angetriebenen Kraftfahrzeugs nicht optimal.

[0003] Desweiteren ist aus der DE 41 28 718 A1 ein Verfahren bekannt, bei dem der gemessene Luftmassenstrom zur Bildung einer Vorsteuergröße für die Kraftstoffeinspritzung herangezogen wird. Ausgehend von dem Vergleich zwischen einem Sollwert und einem Lambda-Wert und einem gemessenen Istwert wird die Kraftstoffmenge geregelt.

Aufgabe der Erfindung

[0004] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, bei einem Verfahren und einer Vorrichtung zur Steuerung einer Brennkraftmaschine der eingangs genannten Art insbesondere das dynamische Verhalten und die Genauigkeit zu verbessern. Diese Aufgabe wird durch die in den unabhängigen Ansprüchen gekennzeichneten Merkmale gelöst.

Zeichnungen

[0005] Die Erfindung wird nachstehend anhand der in der Zeichnung dargestellten Ausführungsformen erläutert. Es zeigen Fig. 1 ein Blockdiagramm der wesentlichsten Elemente der erfindungsgemäßen Vorrichtung, Fig. 2 ein Blockdiagramm der Abgasrückführsteuerung mit einem Kaskadenregler, Fig. 3 den Zusammenhang zwischen eingespritzter Kraftstoffmenge und dem Sollwert eines Luftmengenreglers, Fig. 4 eine weitere Ausführungsform mit einer anderen Art des Übergangs zwischen einem Lambda-regler und einer Steuerung, Fig. 5 eine weitere Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung, Fig. 6 eine Ausführungsform mit einem Beobachter 600, Fig. 7 eine Ausgestaltung mit einer Adaption des Pumpenkennfeldes, Fig. 8 eine Ausgestaltung mit einer Parallelstruktur der Regler.

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

[0006] Im folgenden wird die erfindungsgemäße Vorrichtung am Beispiel einer selbstzündenden Brennkraftmaschine beschrieben. Die Erfindung ist aber nicht auf selbstzündende Brennkraftmaschinen beschränkt. Sie kann auch bei anderen Typen von Brennkraftmaschinen eingesetzt werden. In diesem Fall müssen entsprechende Bauteile ausgetauscht werden.

[0007] Die erfindungsgemäße Einrichtung kann sowohl

mit einer entsprechenden Hardwareschaltung, als auch mittels eines Rechners in Verbindung mit einem entsprechenden Programmablauf realisiert werden.

[0008] In Fig. 1 sind anhand eines Blockdiagramms die wesentlichsten Elemente der erfindungsgemäßen Vorrichtung dargestellt.

[0009] Mit 100 ist eine Brennkraftmaschine bezeichnet. Hierbei handelt es sich in dem beschriebenen Ausführungsbeispiel um eine selbstzündende Brennkraftmaschine. Im Bereich der Brennkraftmaschine ist ein erster Steller 110 angeordnet, der die Abgasrückführrate beeinflusst. Hierbei handelt es sich vorzugsweise um ein entsprechendes Ventil in einer Leitung, die den Abgaskanal mit dem Ansaugrohr der Brennkraftmaschine verbindet.

[0010] Ein zweiter Steller 120 ist ebenfalls im Bereich der Brennkraftmaschine 100 angeordnet, dieser bestimmt die der Brennkraftmaschine zugeführte Kraftstoffmenge. Bei einer Dieselmotorenmaschine handelt es sich hier vorzugsweise um eine Regelstange bzw. um ein Magnetventil das den Einspritzbeginn und das Einspritzende festlegt.

[0011] Bei einer fremdgezündeten Brennkraftmaschine handelt es sich hierbei um einen Steller zur Beeinflussung der Drosselklappe. Des weiteren ist im Bereich der Brennkraftmaschine 100 ein Luftmassenmesser 130 angeordnet, der ein die angesaugte Luftmenge angegebendes Signal MLI abgibt. Des weiteren ist ein Lambdasektor 135 vorgesehen, der einen Lambdawert bereitstellt. Der Sensorwert ist ein Maß für die Sauerstoffkonzentration im Abgas. Vorzugsweise ist der Meßwert proportional zur Sauerstoffkonzentration.

[0012] Mit den Luftmengensignal MLI und dem Lambdawert wird eine Abgasrückführsteuerung 140 beaufschlagt. Des weiteren gelangt zu der Abgasrückführsteuerung 140 das Ausgangssignal QK einer Mengenvorgabe 160. Die Abgasrückführsteuerung 140 beaufschlagt den ersten Steller mit einem Ansteuersignal TV.

[0013] Die Mengenvorgabe 160 beaufschlagt ferner eine Mengensteuerung 150 mit dem Kraftstoffmengensignal QK. Diese Mengensteuerung 150 setzt dieses Kraftstoffmengensignal QK in ein Ansteuersignal zur Beaufschlagung des zweiten Stellers 120 um.

[0014] Die Mengenvorgabe 160 steht unter anderem mit einem Fahrpedalstellungsgeber 168 sowie weiterer Sensoren 164 in Verbindung. Der Fahrpedalstellungsgeber 168 erzeugt ein Signal, daß dem Fahrerwunsch entspricht. Die weiteren Sensoren 164 erfassen Betriebsparameter wie beispielsweise Drehzahl N der Brennkraftmaschine, Einspritzzeitpunkt, Druck und Temperaturwerte insbesondere der angesaugten Luft.

[0015] Diese Vorrichtung arbeitet nun wie folgt. Ausgehend von der Fahrpedalstellung und den Ausgangssignalen der weiteren Sensoren 164 bestimmt die Mengenvorgabe 160 die einzuspritzende Kraftstoffmenge QK. Die Mengensteuerung 150 setzt dieses Mengensignal QK in ein Ansteuersignal für den zweiten Steller 120 um. Bei der Mengenvorgabe handelt es sich in dem einfachsten Fall um ein Pumpenkennfeld, indem der Zusammenhang zwischen der einzuspritzenden Kraftstoffmenge und dem entsprechenden Ansteuersignal z. B. für die Spannung des Regelstangenstellers abgelegt ist. Entsprechend der Position des zweiten Stellers 120 wird der Brennkraftmaschine 100 eine entsprechende Kraftstoffmenge zugemessen.

[0016] Des weiteren gelangt das Ausgangssignal der Mengenvorgabe zu der Abgasrückführsteuerung 140. Diese bestimmt ausgehend von dem Signal QK bezüglich der eingespritzten Kraftstoffmenge, und weiteren Größen wie z. B. der angesaugten Luftmenge MLI und dem Lambdawert des Abgases ein Ansteuersignal TV zur Ansteuerung des ersten

Stellers 110, der den Anteil des in die Ansaugleitung zurückgeführten Abgases beeinflusst.

[0017] Problematisch bei einer solchen Vorrichtung ist, daß aufgrund von mechanischen Toleranzen und Drifterscheinungen im Laufe des Betriebs der Brennkraftmaschine sich der Zusammenhang zwischen dem Signal QK und der tatsächlich eingespritzten Kraftstoffmenge ändert. Da aber das Ausgangssignal der Mengenvorgabe 160 von der Abgasrückführsteuerung 140 verwendet wird, ergibt sich hieraus unter Umständen eine falsche Abgasrückführrate. Um dies zu kompensieren müssen entsprechende Maßnahmen getroffen werden. Des weiteren ist das Ausgangssignal des Lambdasensors 135 mit einer erheblichen Verzögerungszeit behaftet. Dieses Signal reagiert sehr langsam auf entsprechende Änderungen.

[0018] In Fig. 2 ist die Abgasrückführsteuerung 140 detaillierter dargestellt. Elemente die schon in Fig. 1 beschrieben wurden, sind mit entsprechenden Bezugszeichen bezeichnet. Die Abgasrückführsteuerung 140 besteht im wesentlichen aus einem zweiten Regler 200, der auch als Luftmengenregler bezeichnet wird. Der zweiten Regler 200 stellt eine zweite Steuergröße, die auch als Steuersignal TV bezeichnet wird, zur Beaufschlagung des ersten Stellers 110 bereit. Als Eingangsgröße verarbeitet der Luftmengenregler 200 das Ausgangssignal eines Vergleichspunktes 210.

[0019] Mit negativem Vorzeichen gelangt zu dem Vergleichspunkt 210 ein zweiter Istwert, der dem Ausgangssignal MLI des Luftmengenmessers 130 entspricht. Als zweites Eingangssignal verarbeitet der Vergleichspunkt 210 mit positivem Vorzeichen einen zweiten Sollwert MLS, der dem Ausgangssignal einer Maximalauswahl 220 entspricht.

[0020] Zur Maximalauswahl 220 gelangt zum einen das Ausgangssignal einer Steuerung 230, das auch als Vorsteuergröße bezeichnet wird, sowie eine Steuergröße, die auch als zweites Steuersignal bezeichnet wird, eines ersten Reglers 240. Der Steuerung 230 wird als Eingangsgröße das Kraftstoffmengensignal QK zugeführt. Der zweite Regler 240 verarbeitet das Ausgangssignal eines Vergleichspunktes 245.

[0021] Diesem Vergleichspunkt 245 wird mit positivem Vorzeichen ein erster Sollwert einer ersten Sollwertvorgabe 250 zugeleitet. Mit negativem Vorzeichen wird ihm ein erster Istwert MLB einer ersten Istwertvorgabe 270, die auch als Luftmengenberechnung bezeichnet wird, zugeführt. Der ersten Sollwertvorgabe 250 und der Luftmengenberechnung 270 wird das Ausgangssignal einer Verzögerung 260 zugeführt, die wiederum mit dem Kraftstoffmengensignal QK beaufschlagt wird.

[0022] Des weiteren verarbeitet die Luftmengenberechnung 270 das Ausgangssignal des Lambdasensors 135. Bei der dargestellten Vorrichtung handelt es sich im wesentlichen um eine Kaskadenregelung mit einem unterlagerten Luftmengenregler sowie einem überlagerten Lambdaregler. Zur Verbesserung der Dynamik ist eine Vorsteuerung in Form der Steuerung 230 vorgesehen, die dem überlagerten Lambdaregler parallel geschaltet ist.

[0023] Diese Vorrichtung arbeitet nun wie folgt. Ausgehend von der Kraftstoffmenge QK gibt die Steuerung 230 eine Vorsteuergröße vor. Diese Vorsteuergröße wird im folgenden auch als Steuerwert bezeichnet. Vorzugsweise ist dieser Steuerwert so gewählt, daß er für alle Kraftstoffmengen einen konstanten Wert annimmt. Im einfachsten Fall handelt es sich bei der Steuerung 230 um einen Festwert. Der Sollwert kann aber auch einem Kennfeld abhängig von beispielsweise der Drehzahl und der Kraftstoffmenge entnommen werden. Dessen Ausgangssignal in der Maximalauswahl 220 mit dem Ausgangssignal des Reglers 240 verglichen wird.

[0024] Bei diesem Regler 240 handelt es sich um einen Lambdaregler. Die Sollwertvorgabe 250 gibt einen Sollwert für den Regler 240 vor. Dieser wird mit einem Istwert der von der Luftmengenberechnung 270 vorgegeben wird verglichen.

[0025] Die Sollwertvorgabe 250 bildet den Sollwert ausgehend von dem durch die Verzögerung 260 verzögerten Kraftstoffmengensignal QK. Hierbei besteht vorzugsweise ein linearer Zusammenhang zwischen der Kraftstoffmenge QK und dem entsprechenden Sollwert. Der Regler verarbeitet in diesem Ausführungsbeispiel eine Größe der Dimension Luftmenge. Dies bedeutet, der Sollwert stellt einen Luftmengensollwert dar. Ein linearer Zusammenhang zwischen Luftmenge und eingespritzter Kraftstoffmenge entspricht einem konstanten Lambdawert über der Kraftstoffmenge. Es ist aber auch möglich, daß der Sollwert abhängig von Drehzahl und Kraftstoffmenge in einem Kennfeld abgelegt ist. Die Luftmengenberechnung 270 bestimmt den Istwert der Luftmenge ausgehend von der eingespritzten Kraftstoffmenge QK und dem Ausgangssignal der Lambdasonde 135. Zwischen der Luftmenge MLI und den beiden anderen Größen besteht folgender Zusammenhang.

$$MLI = 14,5 \cdot \lambda \cdot QK$$

[0026] Als Lambdasonde 135 wird vorzugsweise eine Magersonde verwendet, die ein Ausgangssignal liefert das der Sauerstoffkonzentration im Abgas entspricht.

[0027] Der Lambdaregler 240, der vorzugsweise als PI-Regler realisiert ist, erzeugt dann ausgehend von der Abweichung zwischen dem Ausgangssignal der ersten Sollwertvorgabe 250 und der ersten Istwertvorgabe 270 ein Steuersignal. Dieses Steuersignal ist ein Maß für die Abweichung zwischen der ausgehend von dem Kraftstoffmengensignal QK erwarteten Sauerstoffkonzentration und der tatsächlichen Sauerstoffkonzentration.

[0028] Die Maximalauswahl 220 wählt das größere der beiden Ausgangssignale der Steuerung 230 und des Lambdareglers 240 aus und leitet es als Sollwert dem Vergleichspunkt 210, der dem Luftmengenregler 200 zugeordnet ist zu. Dieses Signal wird dann mit der vom Luftmengenmesser 130 gemessenen Luftmenge MLI verglichen. Ausgehend von dem Vergleich dieser beiden Signale bildet der Luftmengenregler 200 der ebenfalls vorzugsweise als PI-Regler realisiert ist ein zweites Steuersignal TV zur Beaufschlagung des Abgasrückführstellers. Hierbei handelt es sich vorzugsweise um ein Tastverhältnis.

[0029] Diese Vorgehensweise bietet den Vorteil, daß in allen Betriebszuständen der schnelle Luftmengenregler 200 aktiv ist. Die Maximalauswahl 220 entscheidet, ob auf eine konstante Luftmenge oder auf einen konstanten Lambdawert geregelt wird. Die konstante Luftmenge wird von der Steuerung 230 und der konstante Lambdawert von der Sollwertvorgabe 250 vorgegeben. Die Maximalauswahl 220 führt jeweils den größeren dieser beiden Werte dem Luftmengenregler 200 zu. Bei kleinen Kraftstoffmengen wird also auf eine konstante Luftmenge und bei großen Kraftstoffmengen auf einen konstanten Lambdawert eingeregelt.

[0030] Dies bedeutet, bei kleinen Kraftstoffmengen ist die Steuerung 230 und bei großen Kraftstoffmengen der Lambdaregler 240 aktiv. Die Ablösung zwischen diesen beiden Zweigen erfolgt mittels der Maximalauswahl 220.

[0031] In Fig. 3 ist der Zusammenhang zwischen eingespritzter Kraftstoffmenge QK und dem Sollwert MLS des Luftmengenreglers 200 aufgetragen. Gestrichelt ist die Vorgabe für den Lambdaregler, dies entspricht dem Ausgangssignal der Sollwertvorgabe 250, aufgetragen. Da die Sollwertvorgabe einen konstanten Lambdawert für alle Kraftstoffmengen QK vorgibt, ergibt sich ein linearer Zusam-

menhang zwischen Luftmengensollwert MLS und der Kraftstoffmenge.

[0032] Strichpunktiert ist das Ausgangssignal der Steuerung 230 aufgetragen. Die Steuerung gibt einen über der Kraftstoffmenge QK konstanten Luftmengensollwert MLS vor. Durch die Maximalauswahl 220 wird nun erreicht, daß bei kleinen Kraftstoffmengen das Ausgangssignal der Steuerung 230 und bei großen Kraftstoffmengen das Ausgangssignal des PI-Reglers 240 als Sollwert MLS verwendet wird. Dies wird durch eine durchgezogene Linie markiert.

[0033] In Fig. 4 ist eine weitere Ausführungsform dargestellt, bei der eine andere Art der Ablösung zwischen dem Lambdaregler 240 und der Steuerung 230 erfolgt. Entsprechende Elemente, die bereits im Zusammenhang mit Fig. 2 beschrieben wurden, sind mit entsprechenden Bezugszeichen bezeichnet. Wesentlich ist, daß die Maximalauswahl 220 durch ein Schaltmittel 400 und einen Verknüpfungspunkt 420 sowie eine Abschaltlogik 410 ersetzt wird. Dies bedeutet das Ausgangssignal des Reglers 240 gelangt vorzugsweise mit positivem Vorzeichen über das Schaltmittel 400 zum einen Eingang des Verknüpfungspunktes 420 an dessen anderen Eingang des Ausgangssignal der Steuerung 230 vorzugsweise ebenfalls mit positivem Vorzeichen anliegt. Das Ausgangssignal des Verknüpfungspunktes 420 dient dann als Sollwert und wird dem Vergleichspunkt 210 mit positivem Vorzeichen zugeführt.

[0034] Der Abschaltlogik wird ein Kraftstoffmengensignal QK, ein Drehzahlensignal sowie eventuell weitere Betriebskenngrößen zugeführt. Die Abschaltlogik beaufschlagt das Schaltmittel mit einem Ansteuersignal.

[0035] Die Abschaltlogik 410 in Verbindung mit dem Schaltmittel 400 übernimmt im wesentlichen die Funktion der Maximalauswahl 220 bei Fig. 2. Bei kleinen Kraftstoffmengen ist das Schaltmittel 400 in seinem geöffneten Zustand und lediglich das Ausgangssignal der Steuerung 230 gelangt zum Verknüpfungspunkt 420 und bestimmt somit den Sollwert für den Luftmengenregler. Bei großen Kraftstoffmengen wird das Schaltmittel 400 von der Abschaltlogik 410 geschlossen.

[0036] Die Abschaltlogik unterscheidet abhängig von der Charakteristik der optimalen Sollwerte zwischen Betriebsbereichen, in denen als Funktion der Kraftstoffmenge eine nahezu konstante Luftmenge vorgegeben wird und Bereichen in denen abhängig von der Kraftstoffmenge eine nahezu konstanter Lambdawert vorgegeben wird. So ist beispielsweise vorgesehen, daß bei kleinen Drehzahlen, die unter etwa 1500 Umdrehungen pro Minute liegen, und kleinen Kraftstoffmengen der Schalter geöffnet ist. In den übrigen Betriebsbereichen ist er geschlossen. Beim Einschalten des Lambdareglers 240 wird der Integralanteil mit 0 vorbelegt. Beim Abschalten wird die Stellgröße des Lambdareglers 240 verzögert auf 0 abgesenkt.

[0037] Dies bedeutet, daß bei kleinen Kraftstoffmengen die Steuerung 230 den Sollwert für den Luftmengenregler festlegt. In diesem Fall ist lediglich der Luftmengenregler 200 wirksam. Erst bei größeren Kraftstoffmengen wird der Lambdaregler 240 aktiviert indem das Schaltmittel 400 schließt. Dies bedeutet, die Steuerung 230 gibt einen Grundwert für den Luftmengensollwert MLS vor, dem die Stellgröße des Lambdareglers 240 überlagert wird. Diese Verknüpfung erfolgt vorzugsweise additiv, sie kann aber auch multiplikativ oder in einer anderen Weise erfolgen.

[0038] Bei kleinen Kraftstoffmengen ist nur eine geringe Genauigkeit dieses Wertes erforderlich. Bei großen Kraftstoffmengen muß die Luftmenge möglichst genau eingestellt werden. Wird zu wenig Luft eingestellt bzw. eine zu große Abgasrückführrate eingestellt, so führt dies zu unzu-

lässigen Rußemissionen. Wird dagegen sicherheitshalber eine kleinerer Abgasrückführrate eingestellt so ergeben sich zu große Stickoxid-Emissionen.

[0039] Deshalb ist vorgesehen, daß bei großen Kraftstoffmengen dieser Grundwert von der Steuerung 230 geliefert und mittels des Lambdareglers 240 korrigiert wird.

[0040] Eine weitere besondere Ausgestaltung sieht vor, daß die Steuerung 230 den in Fig. 3 dargestellten Verlauf des Luftmengenwerts simuliert. So ist hier vorgesehen, daß bei kleinen Kraftstoffmengen ein konstanter Luftmengensollwert und bei größeren Kraftstoffmengen ein linear ansteigender Luftmengensollwert vorgibt.

[0041] Diese Vorgehensweise bietet den Vorteil, daß die aufgrund ungenau bekannter Kraftstoffmenge QK entstehenden Sollwertfehler durch den Lambdaregler 240 im Bereich der kritischen großen Kraftstoffmengen vermieden werden, da in diesem Fall beide Regler als Kaskadenregler das Stellglied beeinflussen. Dies bedeutet, die Lambdaregelung 240 korrigiert den Luftmengensollwert MLS bei großen Kraftstoffmengen.

[0042] Die Fig. 5 zeigt eine weitere Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung. Neben den bereits in den früheren Figuren beschriebenen Elementen, die hier mit gleichen Bezugszeichen bezeichnet sind, sind die folgenden Änderungen vorgesehen. So gelangt das Ausgangssignal MLI des Luftmengenmessers zum einen wie in den vorherigen Figuren zum Vergleichspunkt 210 und zum anderen zu einem Totzeitglied 500 und von dort über ein Verzögerungsglied 510 zu dem Vergleichspunkt 245.

[0043] Bei dieser Ausführungsform entfällt der Regler 240 bzw. wird durch ein Proportional-Glied ersetzt. Des weiteren ist vorgesehen, daß die Steuerung 230 so ausgestaltet ist, daß der Kennlinienverlauf über der Kraftstoffmenge dem entsprechenden Luftbedarf exakt entspricht. Das Vergleichsergebnis des Vergleichspunktes 245 gelangt dann unmittelbar über das Schaltmittel 400 unmittelbar zum Verknüpfungspunkt 420.

[0044] Mittels des Totzeitgliedes 500 und der Verzögerung 510 wird das zeitliche Verhalten des gemessenen Luftmengensignals MLI und der von der Mengenberechnung vorgegebenen Luftmenge zeitlich aufeinander angepaßt. Das von der Lambdasonde bereitgestellte Signal ist mit einer erheblichen zeitlichen Verzögerung sowie einer Totzeit behaftet. Diese Totzeit und die Verzögerungszeit werden durch das Totzeitglied 500 und das Verzögerungsglied 510 ausgeglichen.

[0045] Im Vergleichspunkt 245 wird dann die gemessene Luftmenge MLI mit der ausgehend von dem Kraftstoffmengensignal QK und dem gemessenen Lambdawert berechneten Luftmenge verglichen. Das am Ausgang des Verknüpfungspunktes 245 anliegende Signal ist ein Maß für den Fehler des Kraftstoffmengensignals. D. h. der Abweichung des Kraftstoffmengensignals von der tatsächlich eingespritzten Kraftstoffmenge. Ausgehend von diesem Fehlersignal wird dann das Ausgangssignal der Steuerung 230 im Punkt 420 korrigiert.

[0046] Die Abschaltlogik gewährleistet, daß diese Korrektur nur in bestimmten Betriebszuständen erfolgt. Sie erfolgt vorzugsweise, wenn die Kraftstoffmenge QK oberhalb eines Schwellwerts liegt.

[0047] Bei dieser Ausführungsform reduziert sich der Lambdaregler auf einen Vergleich der mittels des Luftmengenmessers 130 gemessenen Luftmenge und der mittels des Ausgangssignals des Lambdasensors und des Kraftstoffmengenwertes QK berechneten Luftmenge MLB. Die ausgehend von diesen beiden Signalen gebildete Differenz dient zur Korrektur des von der Steuerung 230 vorgegebenen Sollwerts.

[0048] Die am Ausgang des Vergleichers 245 anliegende Differenz entspricht dem Fehler des Sollwerts, der auf der fehlerhaften Kraftstoffmenge QK beruht. Dieser Fehler der Kraftstoffmenge gibt die Differenz zwischen erwarteter und tatsächlich eingespritzter Kraftstoffmenge bei einem bestimmten Kraftstoffmengenwert an.

[0049] Bei der Ausgestaltung gemäß Fig. 6 ist vorgesehen, daß die Luftmengenberechnung 270 sowie das Totzeitglied 500 und die Verzögerung 510 durch einen Beobachter 600 ersetzt werden. Dem Beobachter werden die Ausgangssignale des Reglers 200, des Lambdasensors 135 sowie das Kraftstoffmengensignal QK zugeführt. Der Beobachter 600 liefert eine berechnete Luftmenge MLB an den Verknüpfungspunkt 245.

[0050] Dieser Beobachter bestimmt ausgehend von dem Steuersignal TV des Luftmengenreglers 200, mit dem der Abgasrückführsteller beaufschlagt wird, und dem Kraftstoffmengenwert QK anhand eines Modells den Sollwert für die Luftmenge. Mittels dieses Beobachters kann ein schnelleres dynamisch besseres Luftmengensignal erhalten werden.

[0051] Der Beobachter arbeitet wie folgt. Ausgehend von der Kraftstoffmenge QK und dem Lambdawert des Abgases wird eine Luftmenge entsprechend wie bei der Luftmengenberechnung 270 bestimmt. Der Beobachter beinhaltet ferner ein einfaches Streckenmodell, das das Übertragungsverhalten der Strecke (Brennkraftmaschine) nachbildet. Das Streckmodell umfaßt im wesentlichen Zeitglieder zur Nachbildung des dynamischen Verhalten der Strecke. Dieses Streckenmodell berücksichtigt neben der Steuergröße TV die Drehzahl N und die Kraftstoffmenge QK. Ausgehend von diesen und gegebenenfalls weiteren Größen bestimmt das Streckenmodell ein Wert für die Luftmenge. Dieser Modellwert wird dann mit dem ausgehend von dem Lambdawert berechneten Luftmengenwert verglichen. Mittels dieses Vergleichswerts wird dann das Streckenmodell adaptiert.

[0052] Anstelle der Steuergröße TV kann auch eine Größe verwendet werden, die ein Maß für den Hub den Abgasrückführventil darstellt. Vorzugsweise wird der Sollwert für den Hub verwendet. Alternativ kann auch die Sollluftmenge verwendet werden.

[0053] Der Beobachter 600 kann auch in Verbindung mit den anderen Ausführungsbeispielen gemäß der Fig. 2, 4 und 5 eingesetzt werden. In diesem Fall tritt der Beobachter an die Stelle der Luftmengenberechnung 270.

[0054] Eine weitere Ausgestaltung ist in Fig. 7 dargestellt. Bei dieser Ausgestaltung wird das am Verknüpfungspunkt 245 anstehende Differenzsignal, das ein Maß für den Mengenfehler ist zur Adaption des Pumpenkennfeldes 150 verwendet. Entsprechende Elemente der früheren Figuren sind mit entsprechenden Bezugszeichen gekennzeichnet.

[0055] Das Differenzsignal gelangt über ein Schaltmittel 705 zu einem ersten Korrekturblock 710 und über ein Schaltmittel 715 zu einem zweiten Korrekturblock 720. Die beiden Schaltmittel werden von einer Adaptionssteuerung 700 angesteuert.

[0056] In bestimmten Arbeitsbereichen in denen multiplikative Fehler überwiegen wird schließt die Adaptionssteuerung 700 das Schaltmittel 715. In diesen Arbeitsbereichen lernt der Korrekturblock 720 einen Korrekturfaktor. Der Korrekturblock arbeitet vorzugsweise als langsamer Integrator. Der Korrekturfaktor wird ständig zur multiplikativen Korrektur des Kraftstoffmengensignals verwendet.

[0057] Entsprechend wird bei Betriebsbedingungen bei denen die additiven Fehler überwiegen, ein entsprechender additiver Korrekturwert vom Korrekturblock 710 gelernt. Dieser Korrekturwert wird ständig zur additiven Korrektur

des Kraftstoffmengensignals verwendet.

[0058] Ist die Differenz am Verknüpfungspunkt 245 Null, d. h. die gemessene Luftmenge MLI und die berechnete Luftmenge MLB sind gleich, so bedeutet dies, daß der Fehler zwischen Kraftstoffmengenwert und tatsächlich eingespritzter Kraftstoffmenge zu Null geworden ist. Mittels dieses Verfahrens können die Mengenfehler im Pumpenkennfeld minimiert werden.

[0059] Ausgehend von der Differenz zwischen dem gemessenen und dem aus dem Lambdawert berechneten Luftmengenwert wird die Kraftstoffmenge korrigiert. Alternativ bzw. zusätzlich können auch die im Pumpenkennfeld abhängig von der Kraftstoffmenge gespeicherten Werte korrigiert werden.

[0060] Eine weitere Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist in Fig. 8 dargestellt. Entsprechende Elemente der früheren Figuren sind hier mit entsprechenden Bezugszeichen bezeichnet. Der wesentliche Unterschied zu den vorhergehenden Vorrichtungen liegt darin, daß hier keine Kaskadenstruktur sondern eine Parallelstruktur vorgesehen ist.

[0061] Der Kraftstoffmengenwert QK gelangt zum einen zu einem ersten Kennfeld 800 und einem zweiten Kennfeld 810. Das Ausgangssignal des Kennfeldes 800 gelangt mit positiven Vorzeichen zu dem Verknüpfungspunkt 210 dem mit negativen Vorzeichen das Ausgangssignals des Luftmengenmessers 130 zugeführt wird. Der Verknüpfungspunkt 210 ist über den Luftmengenregler 200 mit dem Eingang einer Minimalauswahl 820 verbunden.

[0062] Das Ausgangssignal des zweiten Kennfeldes 810 gelangt mit positiven Vorzeichen zu einem Verknüpfungspunkt 245 an dessen zweiten Eingang mit negativen Vorzeichen das Ausgangssignal des Lambdasensors 135 anliegt. Der Ausgang des Verknüpfungspunktes 245 ist über den Lambdaregler 240 ebenfalls mit der Minimalauswahl 820 verbunden. Die Minimalauswahl 820 beaufschlagt dann den Abgasrückführstellensteller 110 mit einem Ansteuersignal.

[0063] Ausgehend von der Kraftstoffmenge und evtl. weiteren Betriebskenngrößen gibt das Kennfeld 800 einen Sollwert MLS für den Luftmengenregler 200 vor. Das Kennfeld 810 gibt entsprechend einen Sollwert für den Lambdaregler 240 vor. Der Verknüpfungspunkt 210 vergleicht den Sollwert MLS für den Luftmengenregler 200 mit dem tatsächlich gemessenen Luftmengenwert MLI. Ausgehend davon bestimmt der Luftmengenregler 200 eine Stellgröße.

[0064] Entsprechend wird bei dem Lambdaregler 240 vorgegangen. Diese beiden Stellgrößen werden in der Minimalauswahl 820 miteinander verglichen. Das kleinere dieser beiden Signale wird dann zur Ansteuerung des Abgasrückführstellenstellers 110 verwendet.

[0065] Auch bei dieser Einrichtung ist bei kleinen Kraftstoffmengen die Luftmengenregelung und bei großen Kraftstoffmengen die Lambdaregelung aktiv. Die Luftmengenregelung ist dynamisch besser als die totzeitbehaftete Lambdaregelung. Im Bereich konstanter Sollluftmenge wird die Abgasrückführung genauer begrenzt als mit der Lambdaregelung, da der Kraftstoffmengenfehler nicht wirksam ist. Im Bereich hoher Sauerstoffkonzentrationen ist der Luftmengenistfehler kleiner als der Lambdafaehler.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Steuerung einer Brennkraftmaschine, insbesondere einer selbstzündenden Brennkraftmaschine, bei dem, ausgehend von einem Lambda-Wert ein erster Istwert (MLB) vorgebbar ist, und ein erstes Regelmittel (240) ausgehend von wenigstens dem ersten Istwert und einem ersten Sollwert eine erste Steu-

ergröße vorgibt, bei dem ferner ausgehend von einer Luftmenge ein zweiter Istwert (MLI) vorgebar ist, und ein zweites Regelmittel (200), ausgehend von dem zweiten Istwert und einem zweiten Sollwert eine zweite Steuergröße (TV) vorgibt, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Sollwerte derart vorgegeben werden, dass beim Vorliegen bestimmter Betriebsbedingungen Sollwerte für die Luftmenge und bei Nichtvorliegen der bestimmten Betriebsbedingungen Sollwerte für den Lambda-Wert vorgegeben werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Sollwerte derart vorgebar sind, dass für kleine Kraftstoffmengen ein konstanter Luftmengenwert und für große Kraftstoffmengen ein konstanter Lambdawert vorgebar ist.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass ein Stellglied (110) zur Beeinflussung des Frischluftanteils mit der kleineren der beiden Steuergrößen beaufschlagbar ist.

4. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Luftmengenwert und/oder der Lambdawert mittels Sensoren (130, 135) erfasst wird.

5. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass ausgehend von wenigstens der Kraftstoffmenge (QK) eine Vorsteuergröße vorgebar ist.

6. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der größere Wert aus Vorsteuergröße und erster Steuergröße als zweiter Sollwert vorgebar ist.

7. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass ausgehend von wenigstens der ersten Steuergröße die Vorsteuergröße korrigierbar und als zweiter Sollwert vorgebar ist.

8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Korrektur nur in bestimmten Betriebszuständen erfolgt.

9. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Regler eine Differenz zwischen einem gemessenen und einem aus dem Lambdawert berechneten Luftmengenwert bildet.

10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass der berechnete Luftmengenwert ausgehend von wenigstens der Kraftstoffmenge und dem Lambdawert vorgebar ist.

11. Verfahren nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, dass die berechnete Luftmenge mittels eines Beobachter ausgehend von wenigstens der Kraftstoffmenge, der zweiten Steuergröße und dem Lambdawert vorgebar ist.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass ausgehend von der Differenz zwischen dem gemessenen und dem aus dem Lambdawert berechneten Luftmengenwert das Pumpenkennfeld und/ oder die Kraftstoffmenge korrigierbar ist.

13. Vorrichtung zur Steuerung einer Brennkraftmaschine, insbesondere einer selbstzündenden Brennkraftmaschine, mit Mitteln zur Vorgabe eines ersten Istwerts ausgehend von einem Lambda-Wert, mit einem ersten Regelmittel (240), das ausgehend von wenigstens dem ersten Istwert und einem ersten Sollwert eine erste Steuergröße vorgibt, mit Mitteln zur Vorgabe eines zweiten Istwerts ausgehend von einer Luftmenge, mit einem zweiten Regelmittel (200), das ausgehend von dem zweiten Istwert und einem zweiten Sollwert eine zweite Steuergröße (TV) vorgibt, dadurch gekenn-

zeichnet, dass Mittel vorgesehen sind, die die Sollwerte derart vorgeben, dass beim Vorliegen bestimmter, Betriebsbedingungen Sollwerte für die Luftmenge und bei Nichtvorliegen der bestimmten Betriebsbedingungen Sollwerte für den Lambda-Wert vorgegeben werden.

Hierzu 8 Seite(n) Zeichnungen

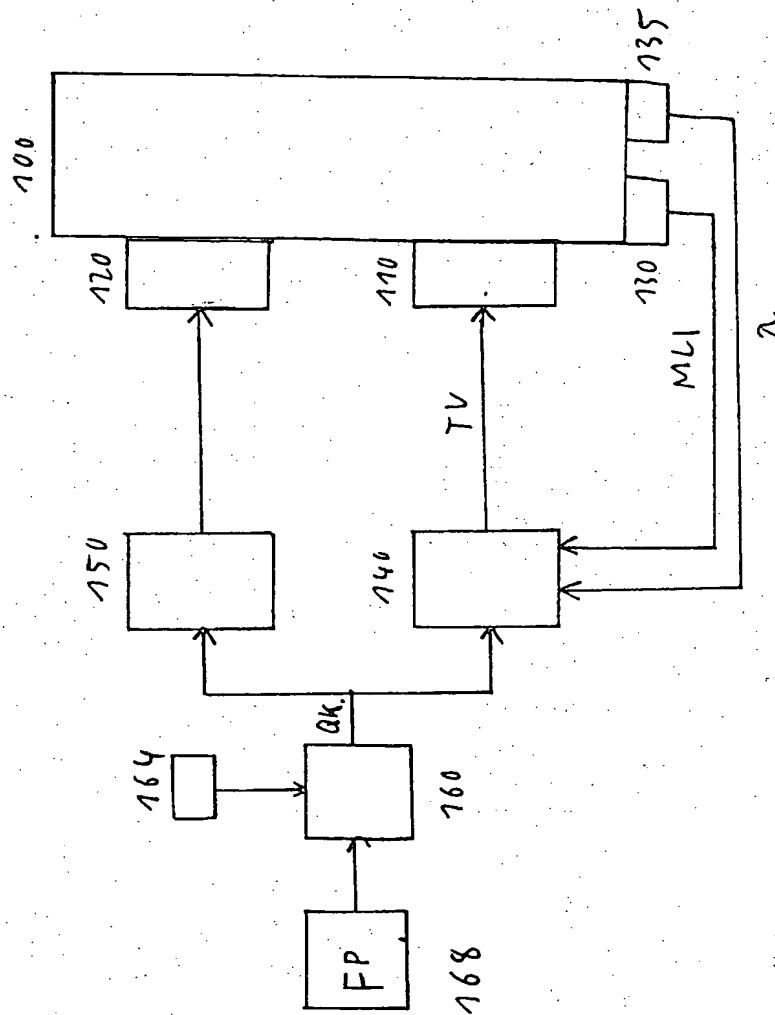


Fig 1

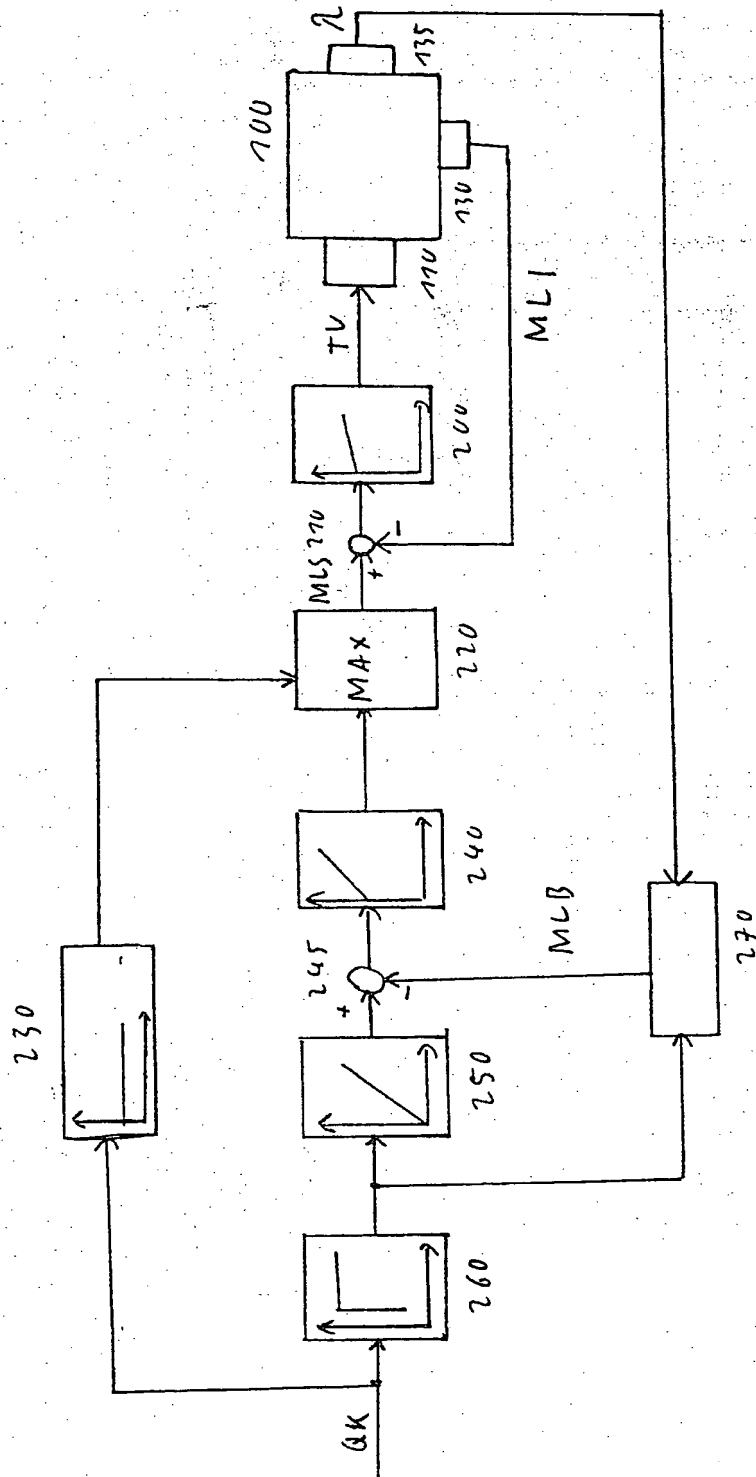


Fig 2

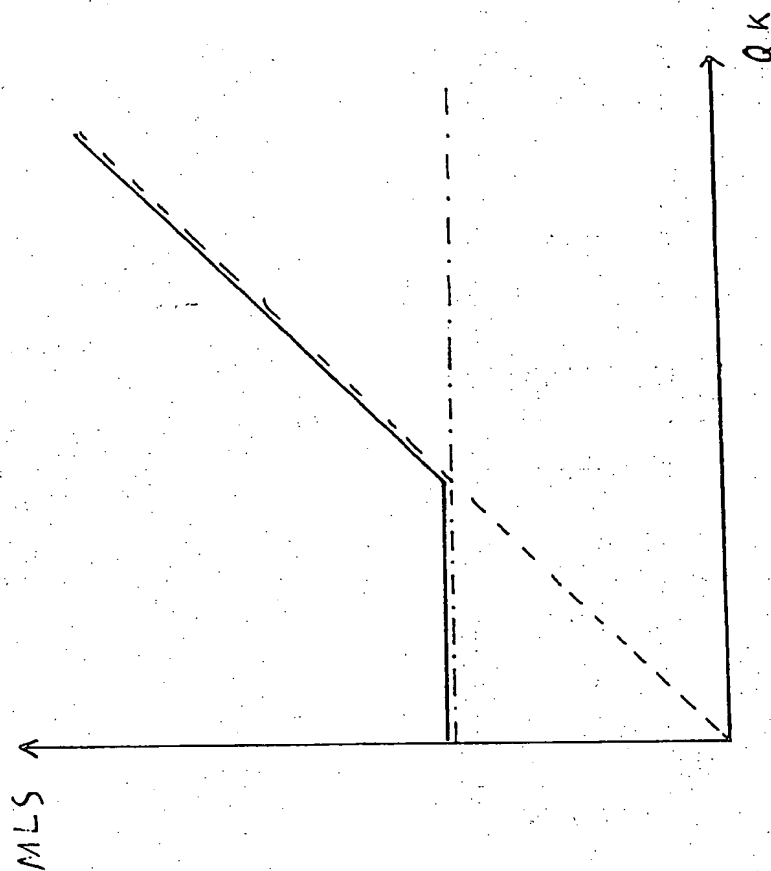
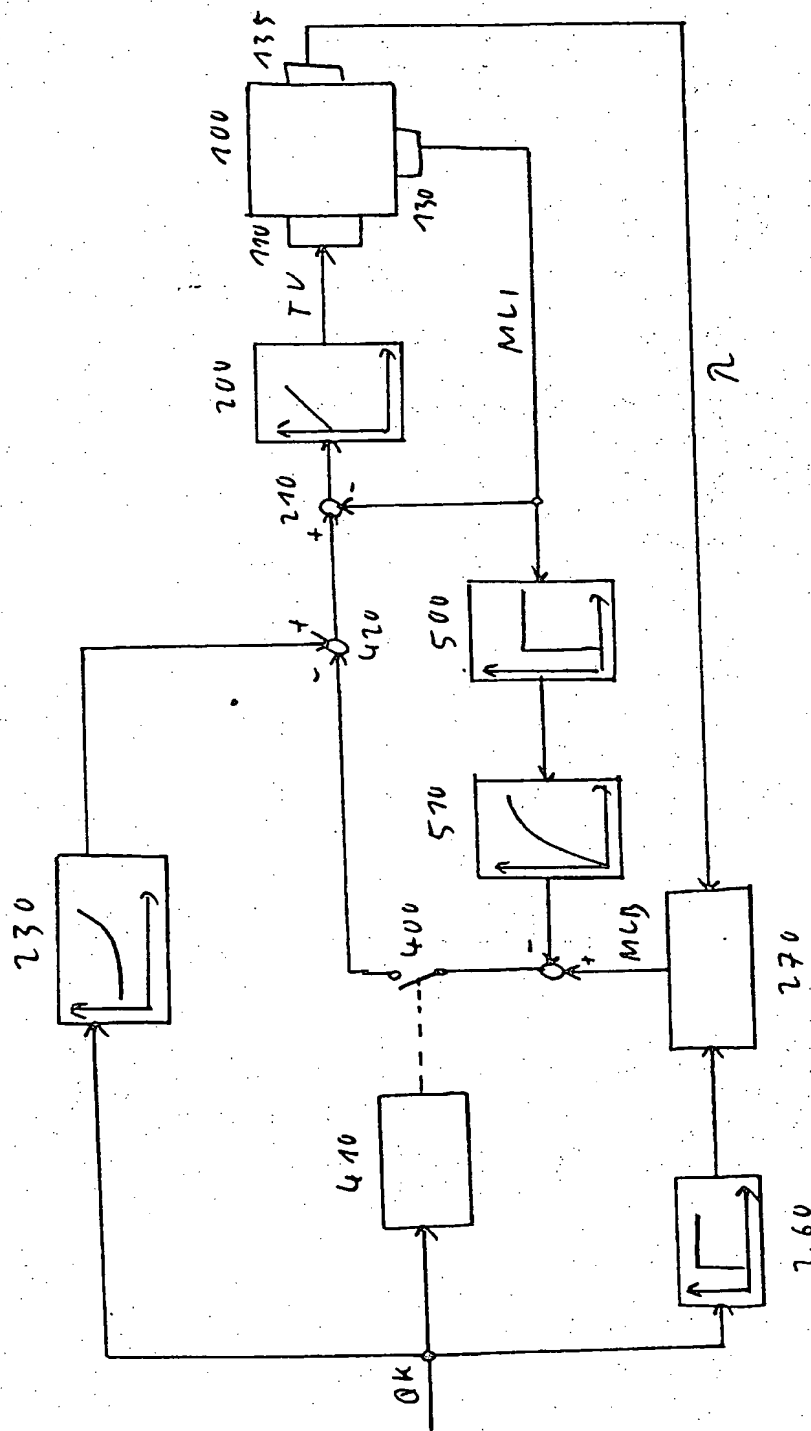


Fig 3



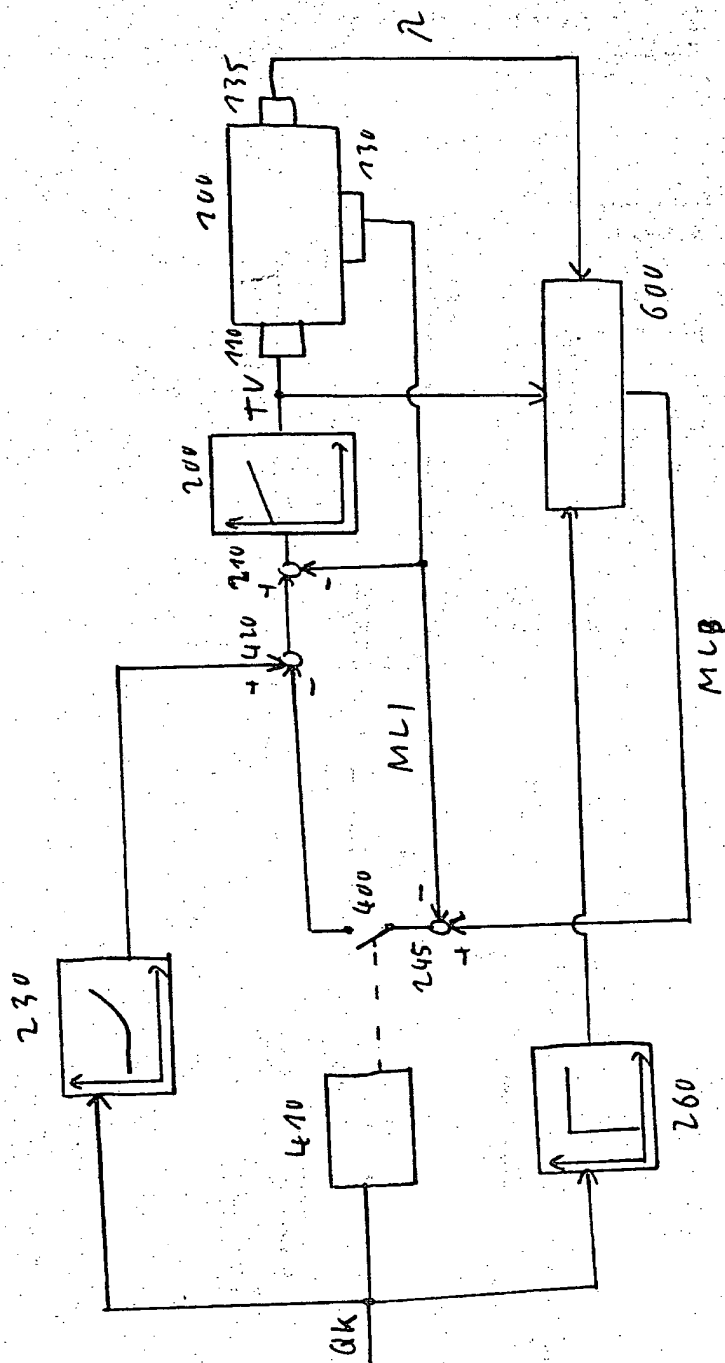


Fig 6

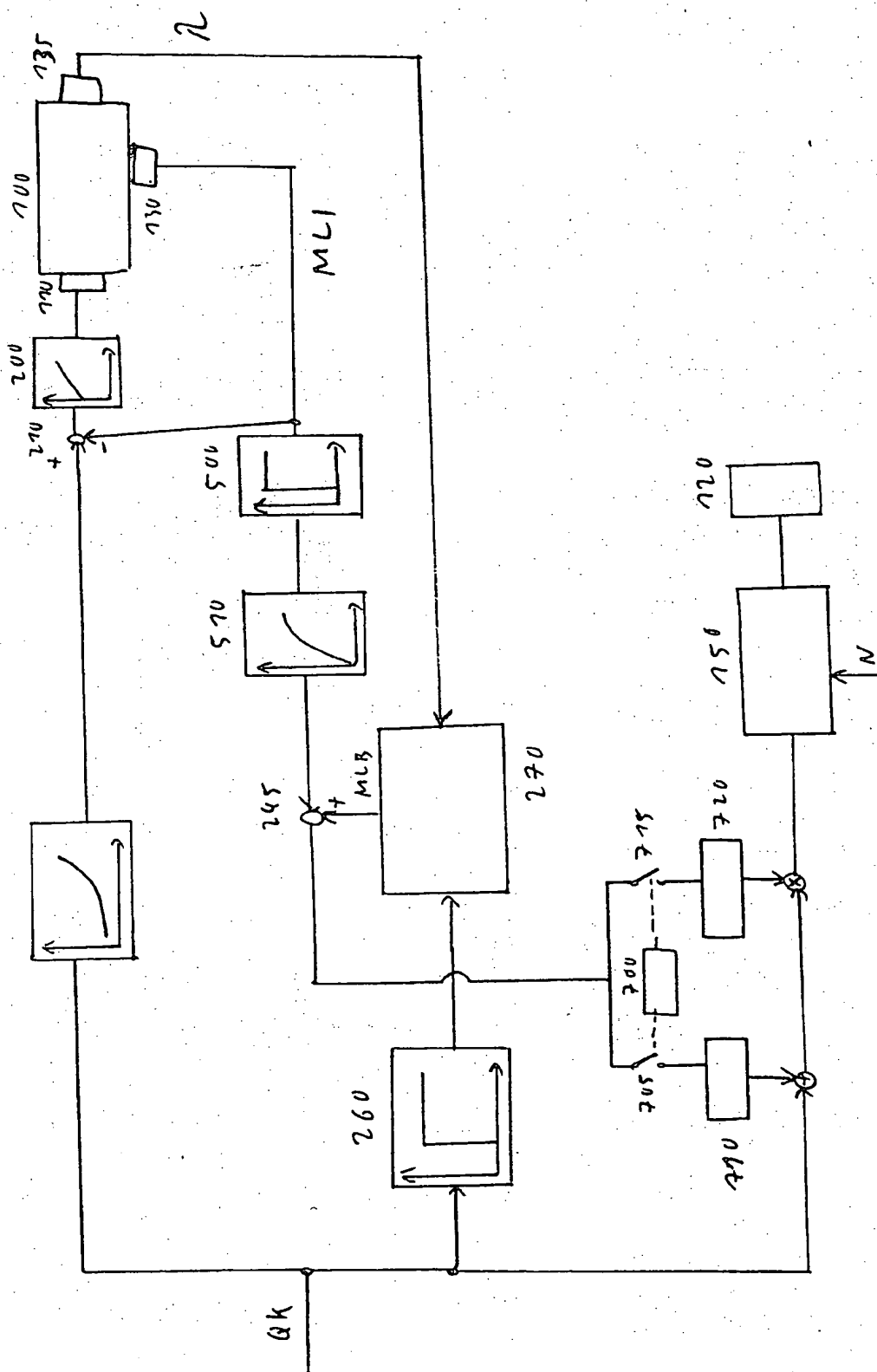
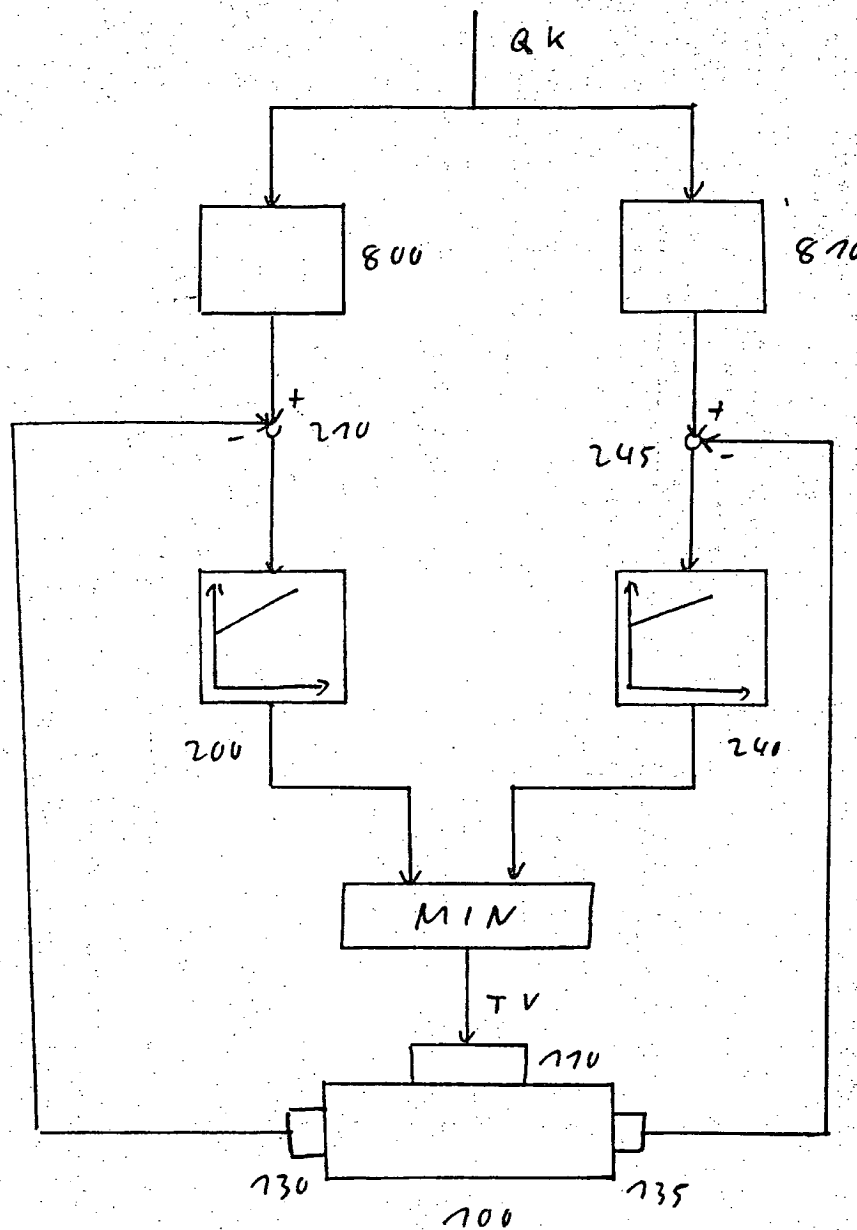


Fig 7



Fi 8 8

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ **BLACK BORDERS**

☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**

☐ **FADED TEXT OR DRAWING**

☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**

☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**

☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**

☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**

☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**

☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**

☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

THIS PAGE BLANK (USPTO)